

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

**EEK 362 – ANALISIS SISTEM KUASA**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat, **DUA (2)** muka surat **FORMAT JAWAPAN AKHIR (FOJA)** bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan. **Format Jawapan** peperiksaan ini adalah

- [i] Anda hendaklah menunjukkan jalan kerja jawapan dalam **Buku Jawapan**.
- [ii] Jawapan-jawapan akhir kepada setiap soalan hendaklah diisi dalam kertas format jawapan akhir (FOJA) yang disediakan dan **mesti dikepilkan bersama dengan Buku Jawapan anda.**

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Suatu 60-MVA, 69.3-kV, generator sinkron tiga-fasa mempunyai reaktans sinkron  $15\Omega$ /fasa dan kerintangan armatur diabaikan.

*A 60-MVA, 69.3-kV, three-phase synchronous generator has a synchronous reactance of  $15\Omega$ /phase and negligible armature resistance.*

- (i) Generator menghasilkan kuasa terkadar pada faktor kuasa 0.8 terlengah pada voltan terminal terkadar ke bus bar infinit. Tentukan magnitud emf yang dijanakan per fasa dan sudut kuasa  $\delta$ .

*The generator is delivering rated power at 0.8 power factor lagging at the rated terminal voltage to an infinite-bus bar. Determine the magnitude of the generated emf per phase and the power angle  $\delta$ .*

(20%)

- (ii) Jika emf yang dijanakan ialah 36kV per fasa, apakah kuasa tiga fasa maksimum yang generator boleh hasilkan sebelum kehilangan sinkronismanya.

*If the generated emf is 36kV per phase, what is the maximum three-phase power that the generator can deliver before losing its synchronism.*

(15%)

...3/-

- (iii) Generator menghasilkan 48MW ke bus bar pada voltan terkadar dengan arus medannya diselaraskan untuk emf yang dijanakan 46kV per fasa. Tentukan arus armatur dan faktor kuasa. Nyatakan sama ada faktor kuasa melengah atau mendahulu.

*The generator is delivering 48MW to the bus bar at the rated voltage with its field current adjusted for a generated emf 46kV per phase. Determine the armature current and the power factor. State whether power factor is lagging or leading.*

(15%)

- (b) Suatu transformer dua-belitan terkadar pada 60kVA, 240/1200V, 60Hz. Bila beroperasi sebagai transformer dua-belitan konvensional pada beban terkadar, faktor kuasa 0.8 efisiensinya ialah 0.96. Transformer ini akan digunakan sebagai autotransformer step-down 1440/1200V dalam sistem agihan kuasa.

*A two-winding transformer is rated at 60kVA, 240/1200V, 60Hz. When operated as a conventional two-winding transformer at rated load, 0.8 power factor, its efficiency is 0.96. This transformer is to be used as a 1440/1200V step-down autotransformer in a power distribution system.*

- (i) Dengan menganggap transformer unggul, dapatkan rating transformer dalam kVA bila digunakan sebagai autotransformer. *Assuming ideal transformer, find the transformer kVA rating when used as an autotransformer.*
- (ii) Dapatkan efisiensi terhad pembebanan kVA bahagian (i) dan faktor kuasa 0.8.

*Find the efficiency with the kVA loading of part (i) and 0.8 power factor.*

(50%)

...4/-

2. (a) Tapping atas kedua-dua hujung suatu talian transmisi radial dapat diselaraskan untuk memampas kejatuhan voltan talian. Pertimbangkan satu fasa suatu talian transmisi tiga fasa dalam transformer step-up pada hujung pengirim dan transformer step-down pada hujung penerima talian. Satu perwakilan satu garis ditunjukkan dalam Rajah 1, dimana  $t_s$  dan  $t_R$  adalah pengesetan tap dalam per unit. Dalam diagram ini  $V_1'$  ialah voltan fasa bekalan yang dirujuk ke sisi voltan tinggi dan  $V_2'$  ialah voltan fasa beban, juga dirujuk ke sisi voltan tinggi. Impedans yang ditunjukkan termasuk talian impedans tambah impedans hujung pengirim dan penerima transformer yang dirujuk ke sisi voltan tinggi. Jika  $V_S$  dan  $V_R$  adalah voltan-voltan fasa pada kedua-dua hujung talian, kita mempunyai

*Tapping on both ends of a radial transmission line can be adjusted to compensate for the voltage drop in the line. Consider one phase of a three-phase transmission line with a step-up transformer at the sending end and a step-down transformer at the receiving end of the line. A single-line representation is shown in Figure 1, where  $t_s$  and  $t_R$  are the tap setting in per-unit. In this diagram,  $V_1'$  is the supply phase voltage referred to the high voltage side, and  $V_2'$  is the load phase voltage, also referred to the high voltage side. The impedance shown includes the line impedance plus the referred impedances of the sending end and the receiving end transformers to the high voltage side. If  $V_S$  and  $V_R$  are the phase voltages at both ends of the line, we have*

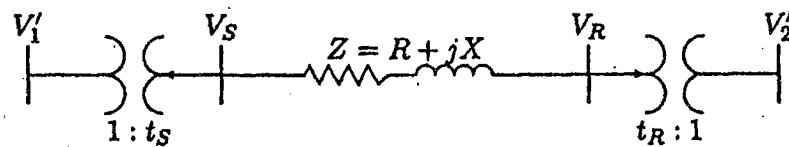
$$V_R = V_S + (R + jX) I$$

...5/-

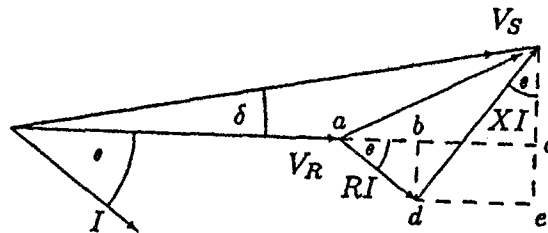
Diagram pemfasa untuk persamaan di atas ditunjukkan dalam Rajah 2. Cari ungkapan untuk  $t_s$  dalam sebutan-sebutan  $V_1'$ ,  $V_2'$ ,  $R$ ,  $X$ ,  $P\phi$ ,  $Q\phi$  dan  $t_R$ .

The phasor diagram for the above equation is shown in Figure 2. Find the expression for  $t_s$  in terms of  $V_1'$ ,  $V_2'$ ,  $R$ ,  $X$ ,  $P\phi$ ,  $Q\phi$  and  $t_R$ .

(50%)



Rajah 1  
Figure 1



Rajah 2  
Figure 2

...6/-

- (b) Suatu talian transmisi tiga fasa disuapkan daripada suatu transformer 230/23 kV pada hujung pengirimnya. Talian membekalkan 150-MVA, faktor kuasa beban 0.8 melalui suatu transformer step-down 230/23 kV. Impedans talian dan transformer pada 230 kV ialah  $18 + j60 \Omega$ . Transformer hujung pengirim dienergikan daripada bekalan 23 kV. Tentukan pengesetan tap untuk setiap transformer bagi mengekalkan voltan pada beban pada 23 kV.

*A three-phase transmission line is feeding from a 23/230-kV transformer at its sending end. The line is supplying a 150-MVA, 0.8 power factor load through a step-down transformer of 230/23 kV. The impedance of the line and transformers at 230 kV is  $18 + j60 \Omega$ . The sending end transformer is energized from a 23 kV supply. Determine the tap setting for each transformer to maintain the voltage at the load at 23 kV.*

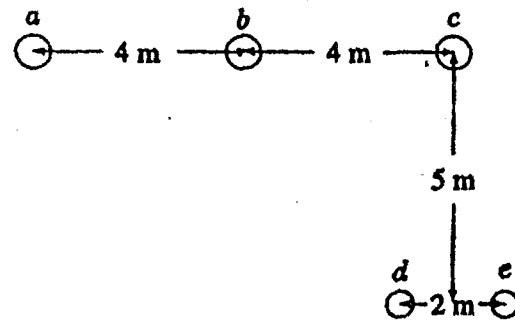
(50%)

3. (a) Suatu talian transmisi taktranspos tiga-fasa 60-Hz, selari dengan suatu talian telefon sejarak 20km. Talian kuasa membawa arus rms tiga-fasa seimbang  $I_a = 320 \angle 0^\circ$  A,  $I_b = 320 \angle -120^\circ$  A, dan  $I_c = 320 \angle -240^\circ$  A. Konfigurasi talian ditunjukkan dalam Rajah 3(a). Anggap arus sifar mengalir dalam wajar telefon yang tak dibumikan. Cari magnitud voltan teraruh dalam talian telefon.

*A three-phase, 60-Hz, untransposed transmission line runs in parallel with a telephone line for 20km. The power line carries a balanced three-phase rms current of  $I_a = 320 \angle 0^\circ$  A,  $I_b = 320 \angle -120^\circ$  A, and  $I_c = 320 \angle -240^\circ$  A. The line configuration is as shown in Figure 3(a). Assume zero current flows in the ungrounded telephone wires. Find the magnitude of the voltage induced in the telephone line.*

(50%)

...7/-

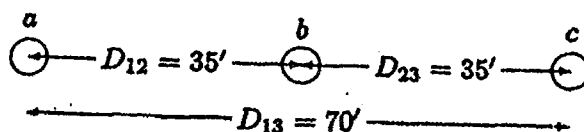


Rajah 3(a)  
Figure 3(a)

- (b) Suatu talian taktranspos tiga-fasa 500kV terdiri dari satu konduktor per fasa ACSR 1, 272, 000-cmil, 45/7 konduktor Bittern dengan konfigurasi konduktor mendatar seperti dalam Rajah 3(b). Konduktor mempunyai garispurat 1.345 in dan GMR 0.5328 in. Cari induktans dan kapasitans talian per fasa per kilometer.

A 500kV three-phase transposed line is composed of one ACSR 1, 272, 000-cmil, 45/7 Bittern conductor per phase with horizontal conductor configuration as shown in Figure 3(b). The conductors have a diameter of 1.345 in and a GMR of 0.5328 in. Find the inductance and capacitance per phase per kilometer of the line.

(50%)



Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

...8/-

4. Suatu talian transmisi tiga-fasa 230kV mempunyai impedans siri per fasa  $z = 0.05 + j0.45\Omega$  per km dan admitans pirau per fasa  $y = j3.4 \times 10^{-6}$  siemens per km. Talian panjangnya 80km. Dengan menggunakan model nominal  $\pi$ , tentukan.

*A 230kV, three-phase transmission line has a per phase series impedance of  $z = 0.05 + j0.45\Omega$  per km and a per phase shunt admittance of  $y = j3.4 \times 10^{-6}$  siemens per km. The line is 80km long. Using the nominal  $\pi$  model, determine.*

- (a) Konstan-konstan ABCD talian transmisi.

*The transmission line ABCD constants.*

(50%)

- (b) Cari voltan dan arus hujung pengirim, regulasi voltan, kuasa hujung pengirim dan kecekapan transmisi bila talian beroperasi pada 200MVA, faktor kuasa 0.8 melengah pada 220kV.

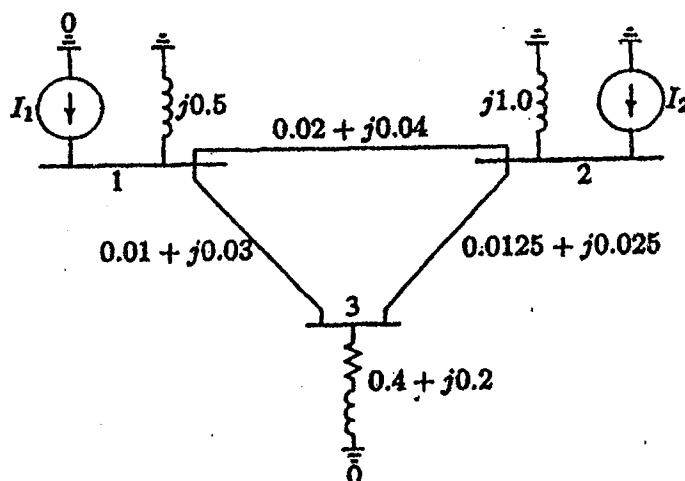
*Find the sending end voltage and current, voltage regulation, the sending end power and the transmission efficiency when the line delivers 200MVA, 0.8 lagging power factor at 220kV.*

(50%)

...9/-



5. (a) Suatu rangkaian sistem kuasa ditunjukkan dalam Rajah 5(a).  
A power system network is shown in Figure 5(a).



Rajah 5(a)  
Figure 5(a)

Nilai-nilai yang ditandakan adalah impedans-impedans dalam per unit atas bes 100MVA.

Arus memasuki bus 1 dan 2 ialah

*The values marked are impedances in per unit on a base of 100MVA.*

*The currents entering buses 1 and 2 are*

$$I_1 = 1.38 - j2.72 \text{ pu}$$

$$I_2 = 0.69 - j1.36 \text{ pu}$$

Tentukan matriks admitans bus.

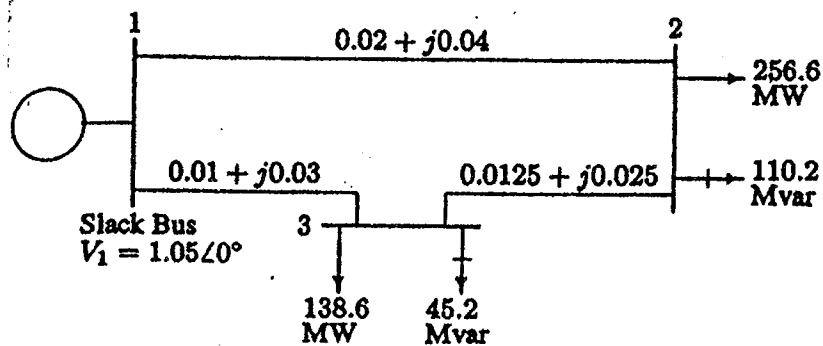
*Determine the bus admittance matrix.*

(50%)

...10/-

- (b) Rajah 5(b) menunjukkan diagram satu garis suatu sistem kuasa tiga bus sederhana dengan penjaan pada bus 1. Magnitud voltan pada bus 1 diselaraskan kepada 1.05 per unit. Beban terjadual pada bus 2 dan 3 ditandakan pada diagram. Impedans-impedans talian ditandakan dalam per unit pada bes 100MVA dan suseptans mengecas talian diabaikan.

Figure 5(b) shows the one-line diagram of a simple three-bus power system with generation at bus 1. The magnitude of voltage at bus 1 is adjusted to 1.05 per unit. The scheduled loads at buses 2 and 3 are as marked on the diagram. Line impedances are marked in per unit on a 100MVA base and the line charging susceptances are neglected.



Rajah 5(b)  
Figure 5(b)

Dengan menggunakan kaedah Gauss-Seidel, tentukan nilai-nilai pemfasa voltan pada bus beban 2 dan 3 (bus P-Q) tepat kepada empat titik perpuluhan.

*Using the Gauss-Seidel method, determine the phasor values of the voltage at the load buses 2 and 3 (P-Q buses) accurate to four decimal places.*

(50%)

6. Rajah 6 menunjukkan diagram satu-garis suatu sistem kuasa tiga bus sederhana dengan penjanaan pada bus 1. Voltan pada bus 1 ialah  $V_1 = 1.0 \angle 0^\circ$  per unit. Beban-beban berjadual pada bus 2 dan 3 ditandakan atas diagram. Impedans talian ditandakan dalam per unit di atas suatu bes 100MVA. Untuk tujuan perhitungan tangan, kerintangan talian dan suseptans mengecas talian diabaikan.

*Figure 6 shows the one-line diagram of a simple three-bus power system with generation at bus 1. The voltage at bus 1 is  $V_1 = 1.0 \angle 0^\circ$  per unit. The scheduled loads on buses 2 and 3 are marked on the diagram. Line impedances are marked in per unit on a 100MVA base. For the purpose of hand calculations, line resistances and line charging susceptances are neglected.*

- (a) Dengan menggunakan kaedah Gauss-Seidel dan anggaran awal  $V_2^{(0)} = 1.0 + j0$  dan  $V_3^{(0)} = 1.0 + j0$ , tentukan  $V_2$  dan  $V_3$ . Laksanakan dua iterasi..

*Using Gauss-Seidel method and initial estimates of  $V_2^{(0)} = 1.0 + j0$  and  $V_3^{(0)} = 1.0 + j0$ , determine  $V_2$  and  $V_3$ . Perform two iterations.*

(50%)

...12/-

- (b) Jika selepas beberapa iterasi voltan bus menumpu ke  
*If after several iterations the bus voltages converge to*

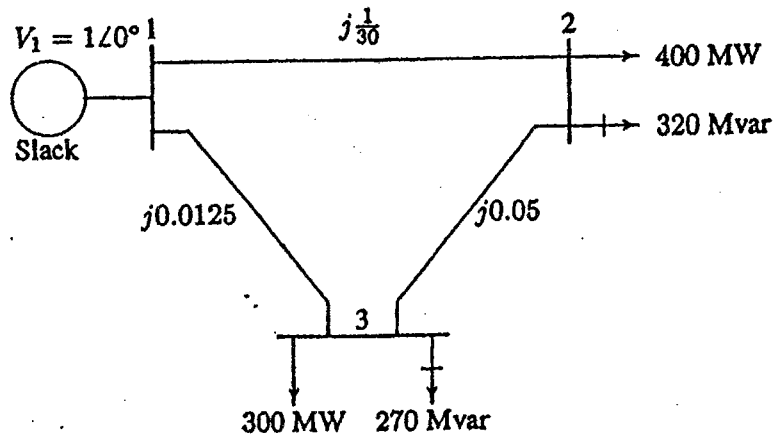
$$V_2 = 0.90 - j0.10 \text{ pu}$$

$$V_3 = 0.95 - j0.05 \text{ pu}$$

Tentukan kuasa nyata dan reaktif untuk aliran talian dan rugi-rugi talian dan slack bus. Binakan diagram aliran kuasa dan tunjukkan arah aliran talian.

*Determine the line flows and line losses and the slack bus real and reactive power. Construct a power flow diagram and show the direction of the line flows.*

(50%)



Rajah 6  
 Figure 6

ooo0ooo

**FORMAT JAWAPAN AKHIR (FOJA)**  
(Mesti dikepilkan bersama Buku Jawapan)

[EEK 362]

ANGKA GILIRAN: .....

Jawapan Peperiksaan EEK 362 – Analisis Sistem Kuasa  
[November 2005]

Sesuaikan jawapan anda dengan unit-unit yang disediakan.

- 1.(a) (i)  $E =$  \_\_\_\_\_ kV  
 $\delta =$  \_\_\_\_\_ °
- (ii)  $I_a =$  \_\_\_\_\_  $\angle$  \_\_\_\_\_ A  
p.f = \_\_\_\_\_ lagging
- (iii)  $P_{maks}(3\phi) =$  \_\_\_\_\_ MW  
 $I_a =$  \_\_\_\_\_  $\angle$  \_\_\_\_\_ A

- (b) (i) Transformer rating,  $S =$  \_\_\_\_\_ kVA.  
(ii) Autotransformer efficiency  $\eta =$  \_\_\_\_\_ %.

2.(a) Ungkapan  $t_s =$  \_\_\_\_\_.

- (b) Tap setting:  $t_s =$  \_\_\_\_\_.  
 $t_R =$  \_\_\_\_\_.

3.(a) Magnitud voltan = \_\_\_\_\_.

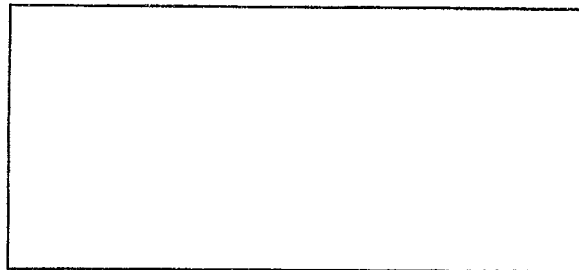
- (b) Induktans talian per fasa per km = \_\_\_\_\_.  
Kapasitans talian per fasa per km = \_\_\_\_\_.

4.(a) Konstan-konstan

A= \_\_\_\_\_ B= \_\_\_\_\_  
C= \_\_\_\_\_ D= \_\_\_\_\_

(b) Sending and voltage = \_\_\_\_\_  
Sending and current= \_\_\_\_\_  
Voltage regulation= \_\_\_\_\_  
Sending and power= \_\_\_\_\_  
Transmission efficiency= \_\_\_\_\_

5.(a) Matriks admitans=



(b) Pemfasa voltan bus 2 = \_\_\_\_\_

(c) Pemfasa voltan bus 3 = \_\_\_\_\_

6.(a)  $V_2$  = \_\_\_\_\_  
 $V_3$  = \_\_\_\_\_

(b) Diagram aliran kuasa

